

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平10-510389

(43)公表日 平成10年(1998)10月6日

(51)Int.Cl.⁶
H 05 H 1/46
C 23 F 4/00
H 01 J 37/32
H 01 L 21/205
21/3065

識別記号

F I
H 05 H 1/46 M
C 23 F 4/00 A
H 01 J 37/32
H 01 L 21/205
21/302 B
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 18 頁)

(21)出願番号 特願平8-517248
(86) (22)出願日 平成7年(1995)12月5日
(85)翻訳文提出日 平成9年(1997)6月4日
(86)国際出願番号 PCT/DE95/01739
(87)国際公開番号 WO96/18207
(87)国際公開日 平成8年(1996)6月13日
(31)優先権主張番号 P 4 4 4 3 6 0 8. 4
(32)優先日 1994年12月7日
(33)優先権主張国 ドイツ(DE)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,
DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M
C, NL, PT, SE), JP, US

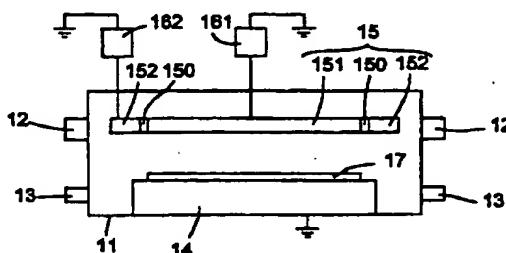
(71)出願人 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
ドイツ連邦共和国 デー-80333 ミュン
ヘン ウィツテルスバッヒアーブラツツ
2
(72)発明者 ウエルナー、クリストフ
ドイツ連邦共和国 デー-84665 モーザ
ツハ アルテンブルク 33
(72)発明者 ブリンクマン、ラルフ ベーター
ドイツ連邦共和国 デー-81379 ミュン
ヘン アム イザールカナル 24
(74)代理人 弁理士 富村 淳

(54)【発明の名称】 プラズマ反応器およびその作動方法

(57)【要約】

プラズマ反応器、たとえば平行板反応器またはICP反応器はなかんずくプラズマ励起のために少なくとも2つの互いに無関係に駆動可能な部分装置を含んでいる装置を含んでおり、これらの部分装置を介してプラズマが少なくとも2つの異なる個所において相い異なって励起可能である。プラズマ反応器内のプロセスの際、たとえば層の析出の際またはエッチングの際の不均一性が部分装置の相忯の駆動により平衡される。

FIG 1



【特許請求の範囲】

1. 基準電位に接続されているウェハホルダ（14）を有し、
ポンプ短管（12）を有し、
ガス供給管（13）を有し、
電気エネルギーの入結合によりプラズマを励起するための装置（15）を有し

この装置が少なくとも2つの互いに無関係に駆動可能な部分装置（151、152）を含んでおり、これらの部分装置を介してプラズマがウェハホルダ（14）の上の少なくとも2つの異なる個所において相い異なって励起可能であることを特徴とするプラズマ反応器。

2. ウェハホルダ（44）の上に配置されている基板（47）の多数の個所においてプロセスに関する量を測定することによりプラズマ反応器内で進行するプロセスを評価するための手段（481、482、483）が設けられており、
この測定に関係して部分装置（451、452、453）を駆動するための手段（49）が設けられている
ことを特徴とする請求項1記載のプラズマ反応器。

3. プラズマ励起装置が、基準電位に接続されている少なくとも1つの電極（14）および対向電極装置（15）を含んでおり、その際に対向電極装置（15）が少なくとも2つの互いに無関係に駆動可能な対向電極要素（151、152）を含んでおり、

プラズマ励起のための装置が、さらに、それぞれ対向電極要素（151、152）の1つと静電容量的に接続されている少なくとも2つの高周波電圧源（161、162）を含んでおり、

ウェハホルダ（14）が接地された電極と対向電極装置（15）との間に配置されている
ことを特徴とする請求項1または2記載のプラズマ反応器。

4. 対向電極要素の1つ（151）が円状に構成されており、別の対向電極要素の少なくとも1つ（152）がリング状に構成されており、また

円状の対向電極要素（151）およびリング状の対向電極要素（152）が同心に一平面内に配置されている

ことを特徴とする請求項3記載のプラズマ反応器。

5. プラズマ励起装置が、少なくとも2つのアンテナ（551、552、553）を有するアンテナ装置を含んでおり、それを介してプラズマ励起のための電気エネルギーが誘導的に入結合され、

プラズマ励起装置が、アンテナ（551、552、553）の1つに接続されている少なくとも2つの交流電流源（561、562、563）を含んでいることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマ反応器。

6. アンテナ（551、552、553）がそれぞれ相い異なる半径を有するほぼリング状に構成されており、また同心に一平面内に配置されていることを特徴とする請求項5記載のプラズマ反応器。

7. プラズマ励起のための部分装置が相い異なって駆動されることを特徴とする請求項1記載のプラズマ反応器の作動方法。

8. プラズマ反応器内で進行するプロセスの間にプロセスに関与する量がウェハホルダの上に配置されている基板の多数の個所において測定され、また
プラズマ励起のための部分装置が測定された量に関係して駆動されることを特徴とする請求項7記載の方法。

9. 測定された量とプラズマ反応器の数値シミュレーションの相応の値との比較により反復的に、プラズマ励起のための部分装置を駆動するためのパラメータが求められることを特徴とする請求項8記載の方法。

【発明の詳細な説明】

プラズマ反応器およびその作動方法

集積回路の製造の際に、特にシリコンプロセス技術の際に、しばしばプラズマ反応器が使用される。プラズマ反応器内では低圧プラズマが発生され、このプラズマには反応器内にある基板の表面にエッティング反応または析出反応をトリガする反応性イオンが存在している。プラズマ反応器では絶縁体、金属層、半導体層などのエッティングプロセスも層の析出も実行される。

プラズマは種々のプラズマ反応器で相い異なって励起される。たとえばヴェーベーメほか著「米国電気電子学会論文集・プラズマ科学編」第22巻、第110～115頁に記載されているようないわゆる平行板反応器では、プラズマは、一方は接地され他方は静電容量的に高周波電圧と接続されている2つの電極の間で励起される。処理すべき基板は平行板反応器内で接地された電極の上に配置される。

エフ・シンガー著「セミコンダクター・インターナショナル」1992年7月、第52～57頁から、専門分野でICP反応器と呼ばれるプラズマ反応器が知られている。ICP反応器ではプラズマが電気的エネルギーの誘導的入結合により点弧される。そのためにICP反応器は、処理すべき基板を受け入れるための、たとえば接地されているウェハホルダを含んでいる。ウェハホルダの対向側には、ICP反応器の内壁と向かい合ってたとえば絶縁性の層により絶縁されているアンテナが配置されている。アンテナを介して誘導的に高周波磁界が反応器に入結合される。

プラズマエッティングの際ならびにプラズマにより助成される層の析出の際にしばしば反応器の中心と縁との間のエッティングまたは析出率に不均一性が観察される。大きい直径を有する基板ウェハの処理の際にこれらの不均一性は層の形成および層の構造化の際に有害に作用する。このことは、0.35μmおよび0.25μm世代の回路構造の製造の際に予定されるような8インチまたはそれ以上の直径を有するシリコンウェハの場合に特に重大である。

エッティング率の不均一性を避けるため、構造化すべき層の基台に対して高い選

択性をもってエッティング・プロセスが進行するプロセスガスを選ぶことが提案されている（たとえばエス・バトラーほか著「米国制御会議論文集」1993年、第3003～3007頁参照）。基台は選択性に基づいてエッティングプロセスにより浸食されないかまたはほとんど浸食を受けない。従ってエッティング時間は、エッティング率が不均一性に基づいて最も低い反応器の範囲内でも構造化すべき層が確実に均一にエッティングされるように選ばれる。高い選択性を有するエッティングプロセスはエッティング率およびエッティングの異方性に関してしばしば不十分であるので、多段のエッティングプロセスを使用することが提案されている。個々のエッティングプロセスのコーディネートにより選択性、エッティング率および異方性の最適な組み合わせが得られる。

本発明の課題は、プロセス率の均一性がプラズマ反応器の直径にわたり従来の技術にくらべて改善されているプラズマ反応器を提供することにある。さらに本発明の課題はこのようなプラズマ反応器の作動方法を提供することにある。

この課題は、本発明によれば、請求項1によるプラズマ反応器ならびに請求項7によるその作動方法により解決される。本発明の他の実施態様は従属請求項に記載されている。

本発明によるプラズマ反応器ではプラズマが処理すべき基板の上側の種々の位置において相い異なって励起される。それにより、一方ではプラズマ自身の不均一性にまた他方では反応性ガス分子の不均一な消費に原因を帰せられるプロセス率の不均一性を平衡することができる。

プラズマ反応器はそのために電気的エネルギーの入結合によるプラズマ励起のための装置を含んでおり、この装置は少なくとも2つの互いに無関係に駆動可能な部分装置を含んでいる。一実施態様によれば、プラズマ励起のための装置は基準電位と接続されている少なくとも1つの電極および対向電極装置を含んでいる。対向電極装置はその際に少なくとも2つまたはそれ以上の互いに無関係に駆動可能な対向電極要素を有する。さらに、プラズマ励起装置は各対向電極要素に対して高周波電圧源を含んでおり、この電圧源はそれぞれの対向電極要素と静電容量的に接続されている。基準電位と接続されている電極と各対向電極要素との間で

プラズマの励起が行われる。各対向電極要素と、これに付設されている高周波電圧源と、基準電位に接続されている電極とはプラズマ励起のための部分装置を形成する。

処理すべき基板を受け入れるためのウェハホルダはこの実施態様では、基準電位に接続されている電極と対向電極装置との間に配置されている。ウェハホルダは基準電位に接続されている電極の上にもまた対向電極装置の上に配置されてもよい。

シリコンプロセス技術では一般に円板状の基板が使用されるので、対向電極要素の1つを円状に構成し、また1つまたは複数個の別の対向電極要素をリング状に構成すると有利である。円状の対向電極要素および1つまたは複数個のリング状の対向電極要素は同心に一平面内に配置される。これらの円／リング状の対向電極要素により、円板状の基板の使用の際に存在するような円筒形状における不均一性が最適に平衡される。

プラズマ反応器および／または処理すべき基板が他の対称性を有する場合には、他の形状、たとえば扇形の対向電極要素を使用することは本発明の範囲内にある。

他の実施態様によれば、プラズマ反応器はプラズマ励起装置として2つまたはそれ以上のアンテナを有するアンテナ装置を含んでおり、この装置を介してプラズマ励起が誘導的に行われる。各アンテナには交流電流源が接続されている。アンテナおよび交流電流源はそれぞれ部分装置を形成する。プラズマ反応器はこの実施態様ではICP反応器として知られている形式に相当する。

円筒対称性の際の不均一性を平衡するため、この場合に、アンテナを相い異なる半径を有するほぼリング状に構成し、かつ同心に一平面内に配置すると有利である。

プラズマ励起のための部分装置の駆動は最も簡単には、較正測定を介して個々の部分装置に対するパラメータを求ることにより行われる。そのために部分装置の駆動のための種々のパラメータ設定により一連の試みが行われる。

プラズマ励起のための部分装置の駆動をその場で最適化することは本発明の範囲内にある。そのためにプラズマ反応器には、プロセスに関与する量の測定をウ

エハホルダ上に配置されている基板の多数の個所で行うための手段が設けられて

いる。測定結果に関係して制御ユニットにより部分装置が制御される。プロセス量を測定するためにはたとえばエリプソメータが適している。層の析出の場合には、層の析出の際に厚みのコントロールのために使用されるような多数の個所に設けられている水晶振動子を使用することもできる。

最後に、基板の種々の個所において測定された量をプラズマ反応器の数値シミュレーションの相応の値と比較することによりプラズマ励起のための部分装置の駆動のための最適パラメータを反復して求め、またこれらの最適パラメータによりプロセスを実行することは本発明の範囲内にある。

以下、図面および実施例により本発明を一層詳細に説明する。

図1は2つの対向電極要素を有するプラズマ反応器を示す。

図2は一方の対向電極要素に固定電圧を、他方の対向電極要素に可変電圧を与えてている図1に示されているプラズマ反応器における析出率を示す。

図3は一方の対向電極要素に可変電圧を、他方の対向電極要素に固定電圧を与えてている図1に示されているプラズマ反応器における析出率を示す。

図4は3つの対向電極要素とプロセスに関与する量を測定するための手段と対向電極要素の駆動を調節するための手段とを有する平行板反応器を示す。

図5は3つのアンテナを有するICP反応器を示す。

プラズマ反応器は反応チャンバ11、ポンプ短管12ならびにプロセスガスの供給用のガス供給管13を有する(図1参照)。反応チャンバ11は基準電位、たとえば接地電位に接続されている。

反応チャンバ11内に、同じく基準電位に接続されているウェハホルダ14が設けられている。ウェハホルダ14はたとえば円筒状で200mmの直径を有する。プラズマ反応器内ではウェハホルダ14は、基準電位に接続されている電極を形成している。

ウェハホルダ14と向かい合って対向電極装置15が設けられている。対向電極装置15は第1の対向電極要素151および第2の対向電極要素152を含んでいる。第1の対向電極要素151はたとえば200mmの直径を有する円状で

ある。第2の対向電極要素152はリング状であり、その際にリングの幅はたとえば30mmである。第2の対向電極要素152は第1の対向電極要素151と

同心に一平面内に配置されている。第1の対向電極要素151と第2の対向電極要素152との間にはたとえば1mmの幅の間隙150がある。対向電極装置15とウェハホルダ14との間の間隔はたとえば41mmである。

対向電極要素151、152の各々は静電容量的にそれぞれ高周波電圧源161、162と接続されている。高周波電圧源161、162は互いに無関係に調節可能である。特に第1の対向電極要素151および第2の対向電極要素152において、電極駆動の振幅または位相が互いに無関係に変更され得る。さらに駆動周波数または直流電流成分の独立した変更が可能である。

このプラズマ反応器では実行されるプロセスの均一性はウェハホルダ14の上に配置されている基板ウェハ17の直径にわたり第1の対向電極要素151および第2の対向電極要素152の互いに無関係な駆動により設定可能である。

最適化されたパラメータはたとえば前もって実行される一連の実験により求められる。その際にプロセスの均一性は実験的に処理されたウェハを介して対向電極要素151、152に与えられるパラメータに関係して求められる。

これらのパラメータを求める際に、測定されたデータをシミュレーション計算の結果と比較すると有利である。プラズマ反応器に対して解析的フィット関数を用いてモデル記述が可能であれば、簡単な計算式および複数個の経験的に適合されたパラメータを用いて最適な電極駆動が決定され得る。さらに、最適化されたプロセスパラメータを求めるため反復的な措置が可能である。

図1により説明されたプラズマ反応器はたとえば無定形シリコンの析出のために適している。この場合、プロセスガスとして50scvmの流量率を有するSiH₄が使用される。反応器チャンバには20Paの圧力Pが設定される。反応器内の温度は析出の際に350°Cである。析出の際に第1の対向電極要素151および第2の対向電極要素152は互いに無関係に駆動される。

図2は半径方向の間隔rに関する析出率Rに対する無定形シリコンの析出の例に対するシミュレーション計算の結果を示す。第1の対向電極要素に印加さ

れる電圧はその都度 100 ボルトであり、他方において第 2 の対向電極要素 152 における電圧は 60 ボルトと 160 ボルトとの間を変化する。詳細には下記の値である。

曲線	第1の対向電極要素 151における電圧	第2の対向電極要素 152 152における電圧	高周波
21	100V	60V	13.56MHz
22	100V	80V	13.56MHz
23	100V	100V	13.56MHz
24	100V	125V	13.56MHz
25	100V	150V	13.56MHz

図 3 は中心点からの半径方向の間隔 r の関数としての析出率 R に対する無定形シリコンの析出に対するシミュレーション計算の相応の結果を示す。その際に第 1 の対向電極要素に印加される電圧は変化しており、他方において第 2 の対向電極要素 152 に印加される電圧は固定である。詳細には下記の値である。

曲線	第1の対向電極要素 151における電圧	第2の対向電極要素152 における電圧	高周波
31	100V	100V	13.56MHz
32	125V	100V	13.56MHz
33	150V	100V	13.56MHz

これらのシミュレーション計算は、本発明によるプラズマ反応器における絶対的な析出率が第1の対向電極要素151の駆動により決定され、他方において析出の均一性がリング状の第2の対向電極要素の駆動により影響されることを示す。

他の実施例によれば、プラズマ反応器はポンプ短管42およびプロセスガスの取り入れ用のガス供給管43を設けられている反応チャンバ41を有する（図4参照）。反応チャンバ41は基準電位、たとえば接地電位に接続されている。

反応チャンバ41内には、同じく基準電位に接続されているウェハホルダ44が設けられている。ウェハホルダ44はたとえば円筒状であり、また200mmの直径を有する。プラズマ反応器の作動中にウェハホルダ44は、基準電位に接続されている電極として使用される。

ウェハホルダ44と向かい合って対向電極装置45が配置されている。この装置は第1の対向電極要素451、第2の対向電極要素452および第3の対向電極要素453を含んでいる。すべての3つの対向電極要素451、452、453は一平面内に配置されている。第1の対向電極要素451は円状であり、またたとえば100mmの直径を有する。第2の対向電極要素452はリング状であり、またたとえば200mmの直径を有する。第3の対向電極要素453もリング状であり、またたとえば250mmの直径を有する。第1の対向電極要素45

1と第2の対向電極要素452との間ならびに第2の対向電極要素452と第3の対向電極要素453との間にそれぞれ2mmの幅を有する間隙450が設けられている。対向電極装置45とウェハホルダ44との間の間隔は80mmである。

対向電極要素451、452、453の各々は静電容量的に、それぞれ互いに無関係に駆動可能である高周波電圧源461、462、463と接続されている。高周波電圧源461、462、463を介して対向電極要素451、452、453は互いに無関係に駆動される。

反応器チャンバ41には、プラズマ反応器の作動中にウェハホルダ44の上に配置されている基板ウェハ47の表面のたとえば3つの点に取付けられている測定装置481、482、483が設けられている。測定装置481、482、483は、プラズマ反応器のプロセスに関与する量を測定する。プラズマ反応器がエッチングのために使用される場合には、測定装置481、482、483を介してそれぞれの測定点における残留層厚が記録される。それに対して、プラズマ

反応器で析出が実行されるならば、測定点における現在の層厚が記録される。そのために測定装置481、482、483はたとえば水晶振動子またはエリプソーメーターとして構成されている。

測定装置481、482、483は制御ユニット49の入力端と接続されている出力端を有する。制御ユニット49はさらに、それぞれ高周波電圧源461、462、463の入力端と接続されている出力端を有する。制御ユニット49はたとえばマイクロプロセッサを含んでおり、このプロセッサで測定装置481、482、483から受け取ったデータの評価が行われる。この評価に関する高周波電圧源461、462、463には、制御信号が与えられ、電極駆動を直ちに再調節する。

図4により説明されたプラズマ反応器はたとえばポリシリコンのエッチングのために使用され得る。そのためには70sccm(標準立方センチメートル毎分)の流量率を有する下記のプロセスガスが使用される。反応器チャンバ内の圧力は120mTorr、温度は300Kである。対向電極装置には下記の電力が与

えられる。

第1の対向電極要素451 : 200W

第2の対向電極要素452 : 250W

第3の対向電極要素453 : 300W

交流電圧はそれぞれ13.56MHzの高周波数を有する。

別の実施例では、プラズマ反応器はポンプ短管52およびプロセスガスに対するガス供給管53を設けられている反応チャンバ51を含んでいる（図5参照）

。反応チャンバ51は基準電位、たとえば零電位に接続されている。

反応チャンバ51内には、200mmまでの直径を有する基板ウェハ57を受け入れるのに適したウェハホルダ54が配置されている。ウェハホルダ54は同じく基準電位に接続されている。

反応チャンバ内にはアンテナ装置55が設けられている。アンテナ装置55は、たとえば水晶から成る絶縁構造550に埋込まれている互いに無関係なアンテナ551、552、553を含んでいる。アンテナ551、552、553の各々は交流電流源561、562、563に接続されている。アンテナ551、552、553はそれぞれほぼリング状に構成されており、また同心に一平面内に配置されている。その際に第1のアンテナ551はたとえば100mmの直径を有し、第2のアンテナ552はたとえば200mmの直径を有し、また第3のアンテナ553はたとえば250mmの直径を有する。

プラズマ反応器の作動中、アンテナ装置55を介して誘導的にプラズマがアンテナ装置55と基板ウェハ57との間に励起される。アンテナ551、552、553は互いに無関係に交流電流源561、562、563を介して駆動されるので、基板ウェハ57の上の相い異なる個所において相い異なって励起される。それにより全基板ウェハ57にわたって均一な反応率が実現される。

図5により説明されるプラズマ反応器はICP反応器に相当する。それはエッチングのためにも層の析出のためにも適している。

このプラズマ反応器でたとえばポリシリコンがエッチングされる。そのために

は 200 sccm の流量率を有する下記のプロセスガス C₁2 が使用される。プラズマ反応器 51 内の圧力は 10 mTorr、温度は 300 K である。アンテナ 551、552、553 は下記の電気データにより駆動される。

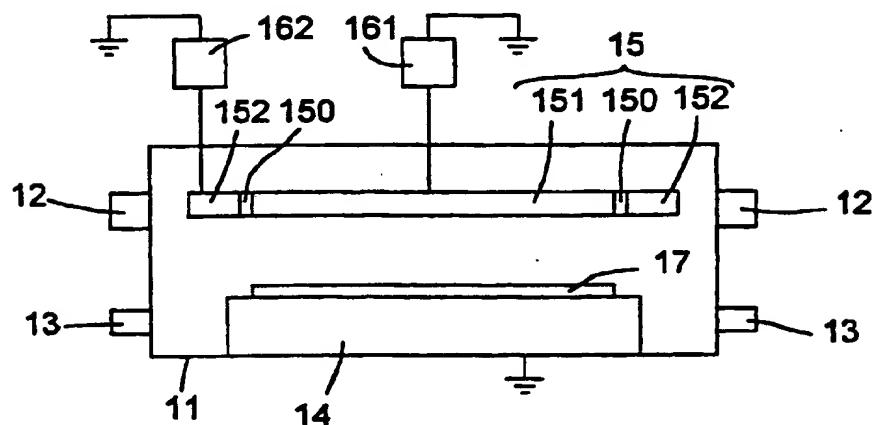
アンテナ 551 : 1 kW

アンテナ 552 : 1.2 kW

アンテナ 553 : 1.4 kW

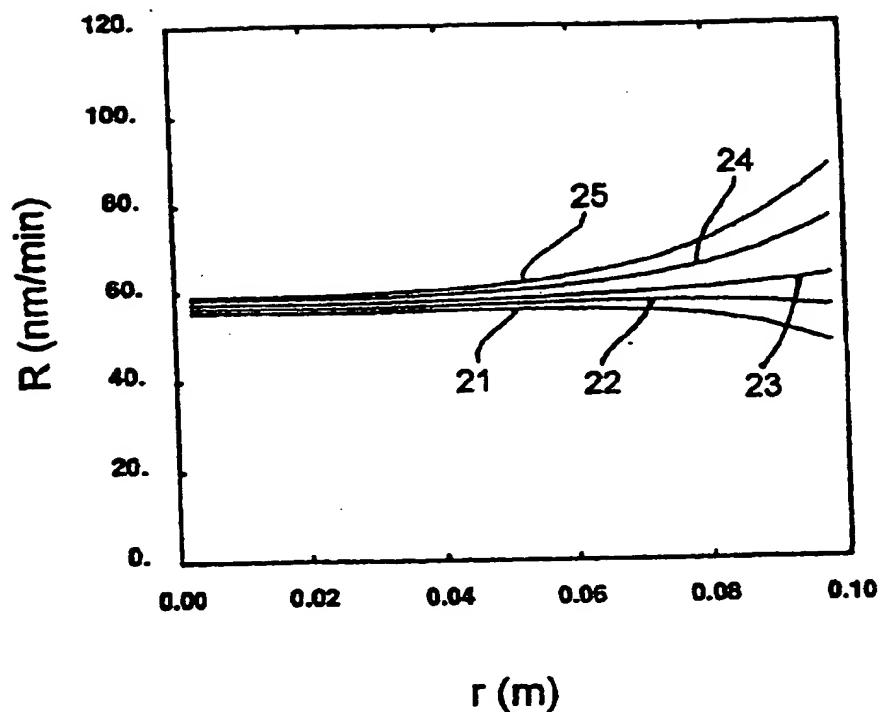
【図 1】

FIG 1



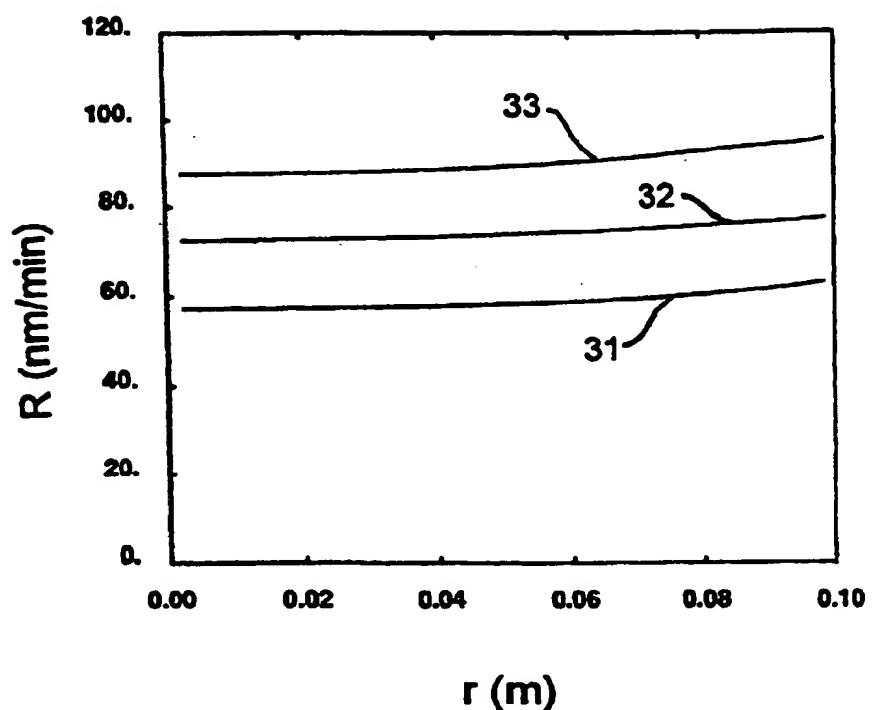
【図2】

FIG 2



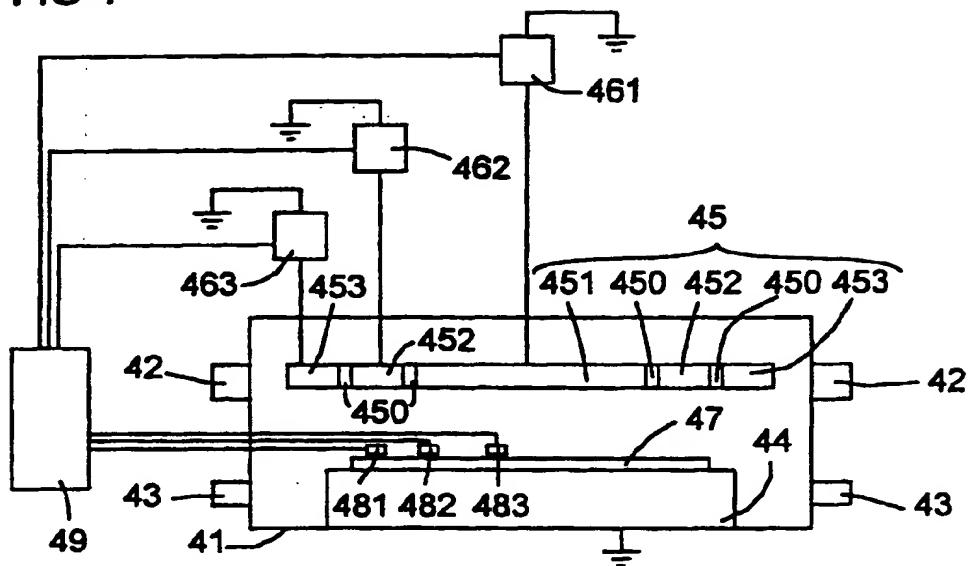
【図3】

FIG 3



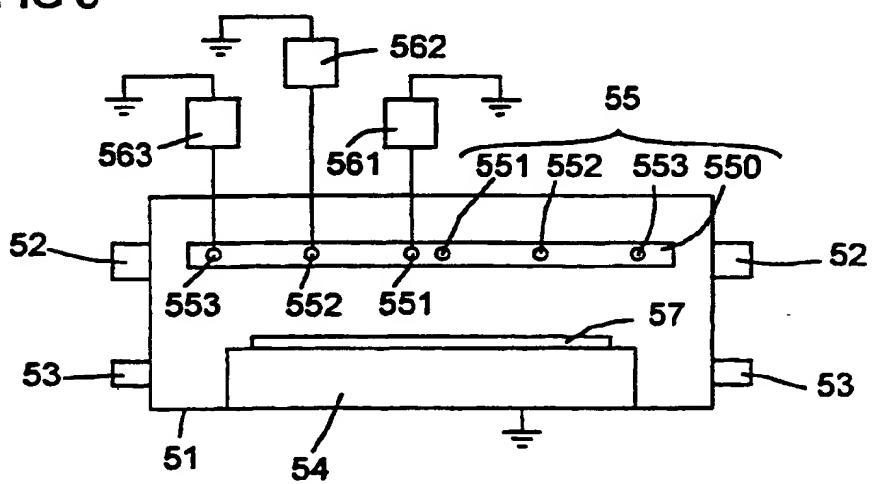
【図4】

FIG 4



【図5】

FIG 5



【国际调查报告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/DE 95/01739
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H01J37/32		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Maximum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H01J		
Documentation searched other than maximum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Character of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR,A,2 636 679 (SCHOTT GLASWERKE) 9 March 1990 see page 7, line 20 - line 28 see page 12, line 13 - page 13, line 21; figures 1,2	1.7
P,X	EP,A,8 651 427 (CENTRAL RESEARCH LAB LTD) 3 May 1995 see column 1, line 45 - column 4, line 5; figures 1,2	1,5,7
A	US,A,5 162 633 (SONOBE TADASI ET AL) 10 November 1992 see column 9, line 19 - line 33; figure 22	1.7
A	EP,A,8 334 109 (SIEMENS AGA) 27 September 1989 see column 4, line 11 - line 21; figure 2	1.7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
<p>* Special categories of cited documents :</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claimed or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>		
<small>T</small> later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention <small>X</small> document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone <small>Y</small> document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art <small>A</small> document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
2 April 1996	17.04.96	
Name and mailing address of the D.A. European Patent Office, P.O. 5018 Patentkantoor 2 NL - 2230 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Telex 31 631 epo nl Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer Schaub, G	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Search Application No
PCT/DE 95/01739

Patent document cited in search report	Publication date	Patent, priority member(s)	Publication date
FR-A-2636079	09-03-90	DE-A- 3839249 GB-A, B 2224289 JP-A- 2107779 NL-A- 8992989 US-A- 5817464	15-03-90 02-05-90 19-04-90 02-04-90 21-05-91
EP-A-0651427	03-05-95	US-A-	5464476
US-A-5162633	10-11-92	JP-A-	2132827
EP-A-0334109	27-09-89	JP-A- 2910720 US-A- 4948750	16-01-90 14-08-90